

**Electrostatically assisted, mechanical folded filter element**

**Patent number:** DE3611947  
**Publication date:** 1987-10-08  
**Inventor:** CUCU DUMITRU DR ING (DE)  
**Applicant:** CUCU DUMITRU DR ING  
**Classification:**  
**- international:** B01D46/52; B01D46/50; B01D46/42; B03C3/14;  
B03C3/41; B03C3/47; B03C3/66; B03C3/82; D01F1/09;  
F24F3/16; H05F3/04; H01T23/00  
**- european:** B03C3/155  
**Application number:** DE19863611947 19860407  
**Priority number(s):** DE19863611947 19860407

**Report a data error here**

**Abstract of DE3611947**

The invention describes an air-filtering system having a very high separation efficiency which can be reinforced by the generation of electrical fields in a dielectric, folded filter medium and by the electrostatic charging of the aerosols to be filtered. In addition, a novel solution is offered, electrical neutralisation of the electrically charged articles in a clean space with the aid of ionic zones which flow through a folded filter element from the dirty air side to the clean air side, in which case additional ionisers on the clean air side in the clean space can become superfluous and can be dispensed with.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3611947 A1

⑳ Aktenzeichen: P 36 11 947.4  
㉑ Anmeldetag: 7. 4. 86  
㉒ Offenlegungstag: 8. 10. 87

⑤1 Int. Cl. 4:  
**B01D 46/52**  
B 01 D 46/50  
B 01 D 46/42  
B 03 C 3/14  
B 03 C 3/41  
B 03 C 3/47  
B 03 C 3/66  
B 03 C 3/82  
// D01F 1/09,  
F24F 3/16, H05F 3/04,  
H01T 23/00

Behörden Eigentum

DE 3611947 A1

㉑ Anmelder:  
Cucu, Dumitru, Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE

㉒ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches faltenförmiges Filterelement

Die Erfindung beschreibt ein luftfilterndes System mit einem sehr hohen Abscheidegrad, die durch Erzeugung von elektrischen Feldern in einem dielektrischen, faltenförmigen Filtermedium und durch die elektrostatische Aufladung der zu filtrierenden Aerosolen elektrostatisch verstärkt werden kann. Zusätzlich wird eine neue Lösung geboten: eine elektrische Neutralisierung der elektrisch aufgeladenen Gegenstände in einem Reinraum, mit Hilfe von Ionenströmen, die durch ein faltenförmiges Filterelement von der Rohluftseite zur Reinluftseite hindurchströmen, wobei zusätzliche Ionisatoren auf der Reinluftseite im Reinraum überflüssig und beseitigt werden können.

DE 3611947 A1

1. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement (1), bestehend aus einem dielektrischen Medium aus Fasern oder einer porösen Struktur mit einer Rohluftseite und einer Reinsluftseite und mit einer vorgeschalteten elektrostatischen Stufe, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Gasstrom, der durch das faltenförmige Filterelement (1) strömt, Plus und Minus Ionen (2), die durch eine ionenerzeugende Vorrichtung (3) in der Rohluftseite des faltenförmigen Filterelements (1) erzeugt und durch den Gasstrom durch das faltenförmige Filterelement (1) transportiert werden, in Form von streifenförmigen, nebeneinander oder durch eine spezielle Vorrichtung ineinander angeordneten Zonen (4) bilden, wobei die Plus und Minus Ionen (2) in separaten Zonen (4) im faltenförmigen Filterelement (1) ein elektrisches Feld erzeugen (E) oder die in einem Abstand zum faltenförmigen Filterelement (1) montierten Elektroden (5), die entweder auf der Rohluftseite oder auf der Reinsluftseite des faltenförmigen Filterelements (1) angebracht sein können und die ionenerzeugende Vorrichtung (3) gleichzeitig auch die Funktion eines elektrostatischen Vorabscheiders haben kann.

2. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ionenerzeugende Vorrichtung (3) aus rechteckigen oder zylindrischen Platten (6) und Drähten (7) oder Spitzen besteht.

3. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionenzonen (4) bestehend aus Plus und Minus Ionen eine neutralisierende Wirkung auf elektrostatisch geladene Gegenstände ausüben.

4. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Gasdurchströmung durch das faltenförmige Filterelement (1) die Ionenschichten (4) sich im inneren eines Reinsraums (8) vertikal oder horizontal mit einer Gasstromgeschwindigkeit zwischen 0,35 bis 0,75 m/s bewegen.

5. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Ionen, die durch das faltenförmige Filterelement (1) hindurchströmen im Reinsraum (8) in Richtung der Spitzen, Kanten, Drähte, Platten oder anderer Formen geleiteter leitfähiger Gegenstände (9) bewegen.

6. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor oder zwischen der ionenerzeugenden Vorrichtung (3) und dem faltenförmigen Filterelement (1) eine oder mehrere UV-Quellen (10) montiert werden können.

7. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (6/7) der ionenerzeugenden Vorrichtung (3) oder die Elektroden (5), die im faltenförmigen Filterelement (1) ein elektrisches Feld erzeugen und einen sogenannten elektrischen Wind erzeugen, so daß die Staubpartikel oder Aerosole aus dem Gasstrom in bestimmte Partikelanhäufungszonen des faltenförmigen Filterelements (1) gelenkt werden.

8. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ionenerzeugende Vorrichtung (3) und/oder elektrostatischer Vorabscheider in dem rohrförmigen Zuluftrohr, welches zylindrisch oder rechteckig sein kann, in der trichterförmigen Zulufthaube (12) oder nach der trichterförmigen Zulufthaube, vor dem faltenförmigen Filterelement montiert werden kann.

9. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionenkonzentration im Gasstrom nach Austritt aus dem faltenförmigen Filterelement (1), mittels Sensoren gemessen und durch eine Erhöhung oder eine Verminderung der an den Sprühelektroden angelegten Hochspannung automatisch geregelt werden kann.

10. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (11), die im faltenförmigen Filterelement (1) ein elektrisches Feld erzeugen, ausschließlich alle entweder auf der Rohluftseite oder alle auf der Reinsluftseite zwischen den Falten des faltenförmigen Filterelements (1) eingeführt werden.

11. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionen (2), die durch das faltenförmige Filterelement (1) hindurchströmen, mit Hilfe eines Beschleunigungsgitters (13), das an ein hohes Potential angeschlossen, zwischen der ionenerzeugenden Vorrichtung (3) und dem faltenförmigen Filterelement (1) eingebaut wird und die Ionengeschwindigkeit erhöht werden kann.

12. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschleunigungsgitter (13) aus leitfähigen Fäden (14) besteht, die an der Reinsluftseite des faltenförmigen Filterelements (1) montiert sind.

13. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die an dem faltenförmigen Filterelement (1) aufgetragenen leitfähigen Fäden (14) aus einem leitfähigen Polymer bestehen.

14. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß dem einströmenden Gasstrom vor seinem Durchgang durch das faltenförmige Filterelement (1) ein Gas oder Nebel (15) oder ein Aerosol eingespritzt wird, dessen Gasmolekülcluster oder Tröpfchen elektrische Ladungsträger sein können.

15. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen den Falten des faltenförmigen Filterelements (1) an der Rohluftseite oder an der Reinsluftseite Ionenerzeuger in Form von Spitzen, Nadeln, Drähten oder andere geometrische Formen (16) montiert sind, die eine koronaentladende Wirkung haben.

16. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshaltefäden (14) des dielektrischen, faltenförmigen Filterelements (1) leitfähig sind und selber Ionenerzeuger sein können.

ger sein können.

17. Elektrostatisch unterstütztes, mechanisches, faltenförmiges Filterelement nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Feld ( $E$ ) im faltenförmigen Filterelement (1) von leitfähigen Abstandshaltefäden (14) und/oder von einem leitfähigen Gitter (17) oder anderer Elektroden erzeugt werden kann.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Gasreinigung von Feststoffteilchen oder Aerosolen, mittels eines faserförmigen oder porösen Filtermediums mit dielektrischen Eigenschaften in dem mit Hilfe von Ionenzone die in das Filtermedium ein- oder durchdringen eine elektrische Ladung erzeugen oder zusätzlich durch Einführung von Elektroden die außerhalb in den Falten des Filtermediums oder sich nur auf einer Seite befinden, ein elektrisches Feld erzeugen.

Es ist bekannt, daß der Abscheidegrad eines dielektrischen Filtermediums für die Gasreinigung, wenn sich das Filtermedium in einem elektrischen Feld befindet, erheblich zunimmt. Es ist auch bekannt, daß der Abscheidegrad zunimmt, je mehr der Gasstrom ionisiert worden ist. Bei allen diesen Systemen, auch Elektro-HEPA-Filter genannt, ist nicht nur der Abscheidegrad sehr hoch, sondern auch die Struktur zur Ablagerung des Staubes im faserförmigen Medium wird erheblich verbessert, weil die Ablagerung der Staubpartikel die Fasern des Filtermediums nicht verdicken, sondern der Staub in Form von Zweigen, Dendriten genannt, erfolgt und hierdurch die Druckdifferenz des Filtermediums erheblich langsamer ansteigt als bei einem nicht elektrisierten Filtermedium, wodurch erhebliche Energiekosten eingespart werden können.

Die Gründe, die eine hohe Abscheidegradsteigerung verursachen sind bekannt. Die Abscheidegradsteigerung, besonders für untermikronische Partikel, ist auf die elektrostatischen Kräfte, die zwischen den polarisierten Fasern und den elektrisch geladenen oder elektrisch polarisierten Partikeln entstehen, zurückzuführen. Eine Aufladung der Partikel wird durch Ionenbombardierungen oder durch UV-Bestrahlung oder durch ihren Durchgang durch ein elektrisches Feld erzeugt. Die Faserpolarisierung wird durch Bildung eines elektrischen Feldes im Filtermedium erzeugt.

Der gegenwärtige Stand der Technik bietet Lösungen sowohl zur Ionisierung der Partikel, als auch zur Bildung eines elektrischen Feldes im faserförmigen Filtermedium. Diese Lösungen sind aber insgesamt sehr teuer und unsicher im Betrieb.

In den Patenten DE 31 22 515 und DE 32 37 780 werden derartige Konstruktionen und Lösungen gezeigt. Der Gasstrom strömt zuerst durch einen Ionisator einer allgemein bekannten Konstruktion, diese besteht aus sehr feinen Drähten, die sich unter Hochspannung befinden und die gegenüber den Gegenelektroden in Form von geerdeten Platten, Korona entladen. Die Teilchen, die durch den Ionisator strömen, werden elektrisch aufgeladen. Hiernach strömt der Gasstrom durch ein zickzackförmiges Filterelement mit leitfähigen Abstandshaltern, die auf beiden Seiten, auf der Rohluftseite und auf der Reinluftseite des Filterelements eingebaut worden sind. Alle Abstandshalter einer Seite sind miteinander galvanisch verbunden und an ein Hochspannungspotential von ca. 1,2 kV angeschlossen, während alle Abstandshalter der gegenüberliegenden Seite auch

miteinander verbunden und ans Erdpotential angeschlossen sind.

Folglich befindet sich jede halbe Falte des faltenförmigen Filterelements zwischen zwei Abstandshaltern verschiedener Polaritäten, also in einem elektrischen Feld, das die Fasern polarisiert.

Eine gleichartige Konstruktion wird in der DE 33 39 828 gezeigt. In dieser Patentanmeldung werden anstatt der zickzackförmigen Abstandshalter leitfähige Lamellen ins faltenförmige Filterelement eingebaut.

Die Nachteile der Lösungen in den o. g. Patenten sind erheblich. So z. B. ist die galvanische Verbindung der Abstandshalter sehr teuer. Sie muß mit einer leitfähigen Paste oder einem leitfähigen Gummi durchgeführt werden. Die Praxis hat gezeigt, daß diese Verbindungen nie vollkommen sind und das immer unverbundene Abstandshalter übrig bleiben.

Ein weiterer Nachteil ist der, daß teilweise isolierte Abstandshalter verwendet werden, so daß im faltenförmigen Filterelement keine Kurzschlüsse entstehen. Die isolierten Abstandshalter sind jedoch teuer und ihre galvanische Verbindung sehr problematisch.

Ein zusätzlicher Nachteil ist der, daß die durch das faltenförmige Filterelement hindurchströmenden Ionen einer einzigen Polarität, in Richtung Reinluftseite transportiert werden.

Die gleiche Polarität haben auch die unfiltrierten Partikel, die in die Reinluftseite eindringen. In der Reinluftseite entsteht eine Raumladung einer einzigen Polarität, mit den bekannten negativen Auswirkungen. Die Anzahl der Ionen gegensätzlicher Polarität befindet sich nicht im gleichen Verhältnis. Hierdurch ist der Neutralisierungseffekt der elektrischen Ladung, die sich auf die Gegenstände des Reinraums auswirken, sehr gering.

Es ist durchaus möglich, daß derartige Systeme sogar zu einer höheren Aufladung der Gegenstände im Reinraum führen.

Eine Neutralisierungswirkung der elektrisch aufgeladenen Gegenstände im Reinraum ist, wie bereits bekannt, von sehr großer Wichtigkeit, besonders bei der Herstellung mikroelektronischer Bauelemente.

Der Stand der Technik bietet mehrere Lösungen zur Beseitigung von Raumladungen. Diese Vorrichtungen sind sogenannte Ionisatoren oder Neutralisatoren, die unter dem HEPA-Filter, in den reinen Räumen an der Reinluftseite angebracht werden können.

Wie aus der Fachliteratur bekannt, sind derartige Ionisatoren unerwünscht, nicht nur weil sie sehr teuer sind, sondern auch weil die Ionisatoren Partikelanhäufungen und die Störobjekte für die Laminarität des filtrierten Gasstroms darstellen und sogar Generatoren von untermikronischen Metallpartikeln sind, die sich von den Elektroden ablösen, gleichgültig des benutzten Metalls und sich dadurch für die Herstellung mikroelektronischer Bauelemente besondere Gefahren ergeben.

Des weiteren werden an den gleichen Stellen sukzessive Lawinen von Plus und Minus Ionen erzeugt, z. B. mit einer Frequenz von 50 Hz, bei denen sich im Luftstrom die elektrische Ladung gegenseitig besonders rege aufhebt.

Folglich ist der Wirkungsgrad der vom gegenwärtigen Stand der Technik gebotenen Ionisatoren-Neutralisatoren nur für einen geringen Abstand ca. 0,3–0,5 m zufriedenstellend einsetzbar.

Ein anderer Nachteil ist der, daß beim gegenwärtigen Stand der Technik, sich beim HEPA-Filter auf der Reinluftseite Abstandshalter befinden, die mit der Zeit eine Partikelschicht ansammeln, welche sich lösen und mit

dem Gasstrom in den Reinraum strömen können und dort eine unerwünschte Kontamination verursachen.

Im Patent DE 35 22 286 wird eine Lösung ohne Abstandshalter zwischen den Falten des faltenförmigen Filterelements gezeigt. Hier wird das elektrische Feld mit Hilfe von leitfähigen Fäden gebildet, die die Falten des HEPA-Filters fixieren und in einem nötigen Abstand halten. Diese Problemlösung stellt zum gegenwärtigen Stand der Technik schon eine Verbesserung dar, jedoch ist der Abscheidegrad dieses Typs von Elektro-HEPA-Filter geringer, weil der Abstand zwischen den Fäden zur Faltenabstandshaltung verschiedener Polarität über 30 mm beträgt und dadurch ein schwächeres elektrisches Feld erzeugt wird. Außerdem werden bei der hier genannten Lösung die leitfähigen Fäden unmittelbar auf das faltenförmige Filtermedium aufgetragen, was dazu führt, daß es besonders durch atmosphärischen, leitfähigen Staub zu Kurzschlüssen im Medium kommt.

Als weiterer Nachteil der zum gegenwärtigen Stand der Technik gehörenden Lösungen ist noch zu erwähnen, daß die zuvor beschriebenen Elektro-HEPA-Filter mit galvanisch verbundenen Abstandshaltern, mit speziellen Anschlußbuchsen und Drähten zur Verbindung der Hochspannung usw. ausgerüstet werden müssen.

Hierdurch steigen die Kosten für ein Elektro-HEPA-Filter erheblich, im Vergleich zu den unelektrisierten HEPA-Filtern, an.

Außerdem können alle genannten Lösungen nicht auch als Neutralisatoren für elektrische Ladungen in den Reinräumen eingesetzt werden.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe zum Ziel gesetzt, den gegenwärtigen Stand der Technik auf dem Gebiet der Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit zu verbessern und darüber hinaus kostengünstigere und vielseitigere Anwendungsmöglichkeiten zu bieten.

Ein wichtiger Vorteil ist der, daß diese Lösung in der Reinraumseite keine Partikelanhäufenden Vorrichtungsteile hat, wie z. B. Abstandshalter oder Elektroden-Lamellen. Durch diese Lösung wird die Gefahr der Kontamination des Reinraums beseitigt.

Ein anderer Vorteil ist der, daß nicht spezielle Elektro-HEPA-Filter hergestellt werden müssen, sondern jedes auf dem Markt erhältliche faltenförmige HEPA-Filter verwendet werden kann. Weil durch das HEPA-Filter Plus- und Minus Ionenschichten strömen, und dadurch im Reinraum ein Gleichgewicht von Plus- und Minus Ionen hergestellt wird, entsteht ein weiterer Vorteil, hierdurch ist das HEPA-Filter auch zugleich ein wirksamer Neutralisator für die elektrisch aufgeladenen Gegenstände im Reinraum.

Ein anderer Vorteil der Erfindung ist der, daß sich die Ionisatoren nicht im Reinraum sondern in der Rohluftseite angebracht sind und folglich werden die von ihnen erzeugten Metall-Partikel im faltenförmigen HEPA-Filter abgeschieden. Außerdem werden bei dieser Lösung nicht sukzessive Plus- und Minus Ionenlawinen erzeugt, bei denen sich in einem hohen Grad die elektrische Ladung aufhebt und der Neutralisierungsgrad entfällt, sondern es bilden sich Ionenzonen oder parallele Ionenschichten bei denen eine gegenseitige Aufhebung der elektrischen Ladungen sehr viel geringer ist und der Neutralisierungsgrad selbst für große Abstände zum Objekt gewährleistet wird.

Ein besonderer Vorteil ist der, daß die Ionierungsseite und die Seite, die ein elektrisches Feld erzeugt, keine Verbindung mit dem faltenförmigen HEPA-Filter haben, weil sich zwischen diesen beiden Stufen ein Ab-

stand befindet, der somit Kurzschlüsse sicher und vollständig beseitigt. Hierdurch wird die Betriebssicherheit und die Zuverlässigkeit gegenüber allen existierenden Systemen des gegenwärtigen Standes der Technik erheblich verbessert.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist der, daß der sogenannte elektrische Teil eines faltenförmigen HEPA-Filters völlig separat in einem Gehäuse montiert werden kann und ein eventueller Wechsel eines faltenförmigen HEPA-Filters unproblematisch ist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist der, daß das elektrostatische Vorfilter als erste Stufe auch die Funktion der Elektrifizierung eines Faserfilters erfüllt, und auch die Funktion eines Ionengenerators beider Polaritäten hat und die elektrischen Ladungen in den reinen Räumen neutralisiert werden können.

Die vorliegende Erfindung kann in den Bereichen der Reinraumtechnik, bei der Herstellung von mikroelektronischen Bauelementen, in Klimaanlage und in vielen anderen Einsatzfällen angewendet werden.

Die Ausführungsbeispiele der Erfindung werden in den folgenden Figuren näher beschrieben

Fig. 1 zeigt mehrere elektrostatische Möglichkeiten um bei einem faltenförmigen Filterelement 1 einen höheren Abscheidegrad zu erreichen und gleichzeitig Plus- und Minus Ionen 2 in Form von Plus- und Minus Ionenzonen 4 die in einen Reinraum 8, ohne daß im Reinraum Ionisatoren montiert sind, zu erzeugen.

Fig. 2 zeigt verschiedene Möglichkeiten zur Beschleunigung der Ionen 2 bei ihrem Durchgang durch das faltenförmige Filterelement 1, so daß im Reinraum 8 eine größere Ionendichte entsteht.

Fig. 3 zeigt weitere Möglichkeiten zur Erzeugung von Ionen 2 im Reinraum 8 sowie auch verschiedene Möglichkeiten, ein elektrostatisches Feld  $E$  im Filterelement 1 zu erzeugen.

In Fig. 1 wird ein in einer Zulufthaube 12 eingebautes faltenförmiges Filterelement 1 gezeigt, welches von einem zu filtrierenden Gasstrom durchströmt wird.

Die im Gasstrom enthaltenen Feststoffteilchen werden in der sog. ersten Stufe von einer UV-Quelle 10, von deren ultravioletter Strahlung, elektrostatisch aufgeladen. In der sog. zweiten Stufe strömt der Gasstrom durch eine ionenerzeugende Vorrichtung 3, wo eine erneute elektrische Aufladung der Feststoffteilchen durchgeführt wird. Für den Fall, bei dem Plus- und Minus Ionenzonen 4 das faltenförmige Filterelement 1 durchströmen sollen und nicht nur ein verbesserter Abscheidegrad beabsichtigt wird, muß die UV-Quelle 10 entfernt werden. Nur die ionenerzeugende Vorrichtung 3 sorgt für die Aufladung der Feststoffteilchen. Die ionenerzeugende Vorrichtung 3, wie in Fig. 1 gezeigt, wird von Potentialen mit verschiedenen Polaritäten versorgt, so daß die Plus- und Minus Ionenzonen entstehen.

In dem Fall, in dem nur ein verbesserter Abscheidegrad erreicht werden soll, kann die UV-Quelle 10 eingebaut bleiben. Die ionenerzeugende Vorrichtung 3 wird in diesem Fall von einem Potential einer einzigen Polarität versorgt.

Eine Ionisierung der Aerosole wird in den beiden genannten Bauelementen durchgeführt.

In dem Fall, in dem die UV-Quelle 10 entfernt worden ist, wird die ionenerzeugende Vorrichtung 3 Plus- und Minus Ionenzonen 4, also Ionen 2 beider Polaritäten erzeugen. Die Aerosole werden in den Pluszonen positiv und in den Minuszonen negativ aufgeladen. Mit die-

sen Plus- und Minus Ionenzone 4 und den unterschiedlich polarisierten Aerosolen strömt der Gasstrom in das faltenförmige Filterelement 1 ein.

Hierdurch werden sich im faltenförmigen Filterelement 1 Plus- und Minus Ionenzone 4 bilden, zwischen denen ein elektrisches Feld  $E$  entsteht, das die Fasern polarisiert. Zwischen den aufgeladenen Partikeln oder Aerosolen und den polarisierten Fasern des faltenförmigen Filterelements 1 werden die Anziehungskräfte erheblich zunehmen und folglich wird der Abscheidegrad besonders für untermikronische Partikel erhöht.

Die Plus- und Minus Ionenzone 4 des faltenförmigen Filterelements 1 werden bis zur Sättigung elektrisch aufgeladen, wobei die Ionen 2 abgestoßen werden und mit dem Gasstrom zwischen den Fasern des faltenförmigen Filterelements 1 hindurch, in den Reinraum 8 strömen.

Folglich werden im Reinraum 8 alle Ionen 2, die nicht vom faltenförmigen Filterelement 1 abgeschieden werden, in Form von Plus- und Minus Ionenzone 4, eine Neutralisierung eventuell aufgeladener Objekte erzeugen.

Zusätzlich wird ein Teil der Aerosole von der ionenerzeugenden Vorrichtung 3 angezogen und abgeschieden, so daß die ionenerzeugende Vorrichtung 3 gleichzeitig auch die Funktion eines Vorabscheiders erfüllt.

In Fig. 1 sind auch die geerdeten Gegenstände 9 zu sehen, die die Ionen 2 beider Polaritäten anziehen.

In dem Fall, in dem der Abscheidegrad nicht hoch genug sein sollte, bietet die vorliegende Erfindung noch weitere Möglichkeiten zur Abscheidegradsteigerung.

Durch eine Anordnung von Plus- und Minuselektroden 5 in der Nähe des faltenförmigen Filterelements 1, wird in das faltenförmige Filterelement 1 ein elektrisches Feld injiziert, wobei die Fasern noch stärker polarisiert und der Abscheidegrad erhöht wird. Diese Elektroden 5 können auch die Aufgabe eines Vorabscheiders erfüllen.

Eine weitere Möglichkeit den Abscheidegrad des faltenförmigen Filterelements 1 zu erhöhen, wird durch Einführen von Plus- und Minuselektroden 11 in den Falten des Filters auf der Rohluftseite erreicht, wobei die Elektroden 11 im faltenförmigen Filterelement 1 ein elektrisches Feld  $E$  erzeugen.

Die Ionenmenge 2, die durch das faltenförmige Filterelement 1 strömt, kann mittels Sensoren gemessen und durch Regelung der ionenerzeugenden Vorrichtung 3 und deren angelegten Spannung, eingestellt werden.

In Fig. 2 wird eine weitere Möglichkeit der vorliegenden Erfindung gezeigt. Zwischen dem faltenförmigen Filterelement 1 und der ionenerzeugenden Vorrichtung 3 wird ein Beschleunigungsgitter 13 für die Ionen 2 montiert. Die Ionen 2 erhalten eine höhere Geschwindigkeit und werden das faltenförmige Filterelement 1 in größerer Menge durchströmen. Hierdurch können folglich auch eine größere Menge von Ionen 2 in den Reinraum 8 einströmen.

In Fig. 2 wird auch eine andere Möglichkeit zur Ionenbeschleunigung gezeigt. Auch die leitfähigen Fäden 14, die auf den Falten der Reinluftseite des faltenförmigen Filterelements 1 aufgetragen und die an ein Hochspannungspotential angelegt worden sind, können die Funktion eines Beschleunigungsgitters haben.

In Fig. 2 wird auch gezeigt, wie eine größere Anzahl von Ionen 2 für den Reinraum 8 erzeugt werden können. Mit Hilfe einer Düse wird ein Gas oder Nebel 15 in der Rohluftseite injiziert, dessen Moleküle oder Aerosole sog. Molekülcluster bilden, die in der ionenerzeugenden

Vorrichtung 3 elektrisch aufgeladen werden und das faltenförmige Filterelement 1 durchströmen.

Das Gas oder der Nebel 15 muß elektrisch aufladbar, sollte jedoch für den Menschen und Produkte unschädlich sein. Des weiteren können Korona entladene Elemente wie z. B. Kanten oder Spitzen zwischen den Falten des faltenförmigen Filterelements 1 eingebaut werden und dort die Funktion von Ionenerzeugern 16 erhalten.

Es wird auch in Fig. 2 gezeigt, daß die leitfähigen Fäden 14 an der Reinluftseite des faltenförmigen Filterelements 1, wenn sie sich unter Hochspannung befinden, auch Ionen 2 für den Reinraum 8 erzeugen können.

In Fig. 3 wird eine Möglichkeit zur Erzeugung eines elektrischen Feldes  $E$  im faltenförmigen Filterelement 1 dargestellt, das zwischen den leitfähigen Fäden 14, der Reinluftseite des faltenförmigen Filterelements 1 und einem leitfähigen Gitter 17 entsteht.

Das leitfähige Gitter 17 wird an eine Hochspannung angelegt.

Ist die Hochspannung eine Wechselspannung, so wird nicht nur ein alternatives elektrisches Feld  $E$  im faltenförmigen Filterelement 1 erzeugt, sondern die leitfähigen Fäden 14 werden auch Koronaentladen und dabei positive und negative Ionen 2 für den Reinraum 8 erzeugen.

In Fig. 3 wird auch gezeigt, daß die ionenerzeugende Vorrichtung 3 in zylindrischer Form im Zuluftrohr der Zulufthaube 12 montiert werden kann.

Es besteht auch die Möglichkeit, daß das leitfähige Gitter 17 geerdet ist und daß die leitfähigen Fäden 14 an eine Gleich- oder Wechsel-Hochspannung angeschlossen werden.

- 1 faltenförmiges Filterelement
- 2 Ionen
- 3 ionenerzeugende Vorrichtung
- 4 Plus oder Minus Ionenzone
- 5 Elektroden im Abstand zum Filterelement
- 6 Platten
- 7 Drähte
- 8 Reinraum
- 9 leitfähige, geerdete Gegenstände
- 10 UV-Quellen
- 11 Elektroden zwischen den Falten
- 12 Zulufthaube
- 13 Beschleunigungsgitter
- 14 leitfähige Fäden
- 15 Gas oder Nebel
- 16 Ionenerzeuger zwischen den Falten
- 17 leitfähiges Gitter

3611947

Fig. 1

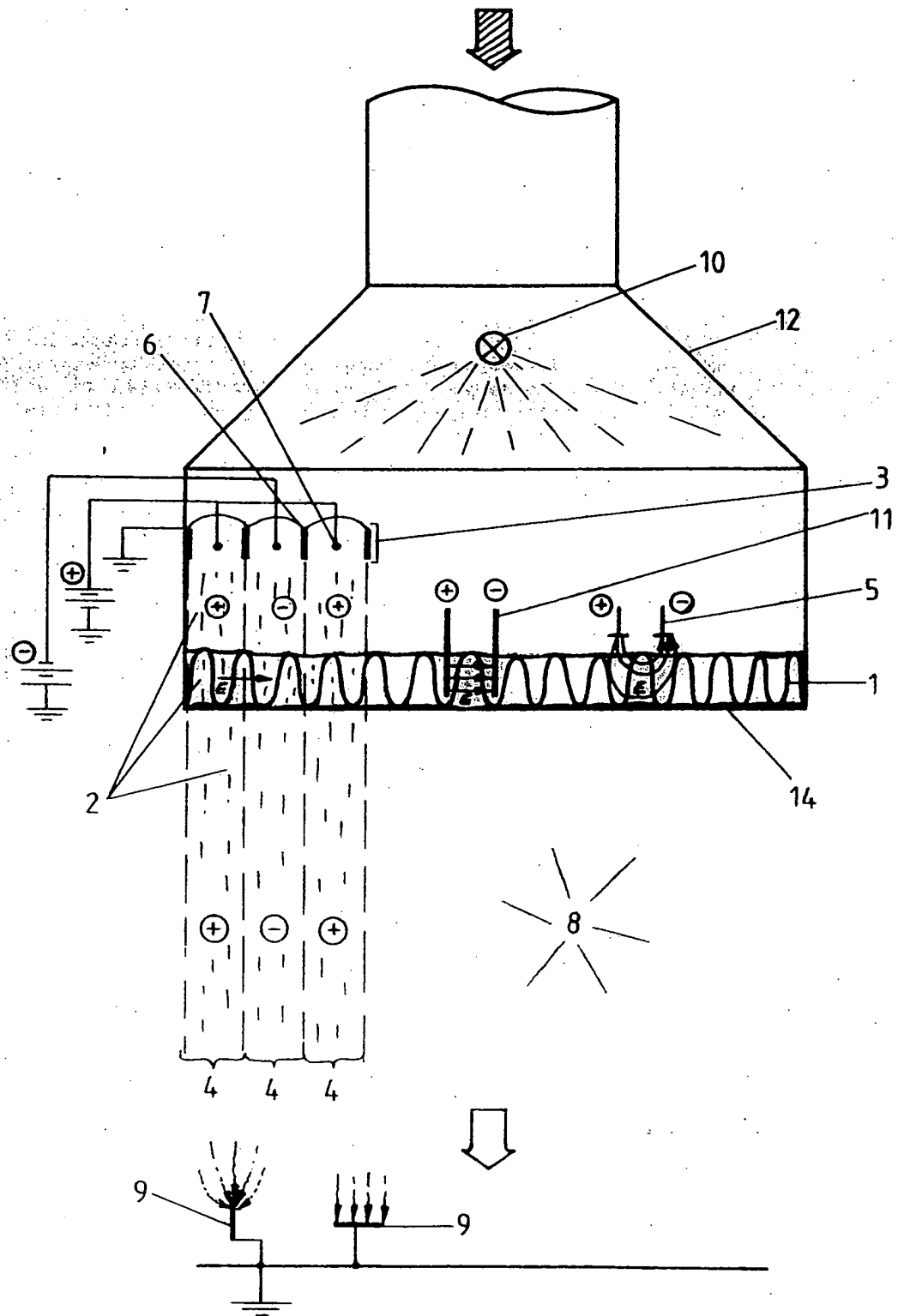


Fig. 2

3611947

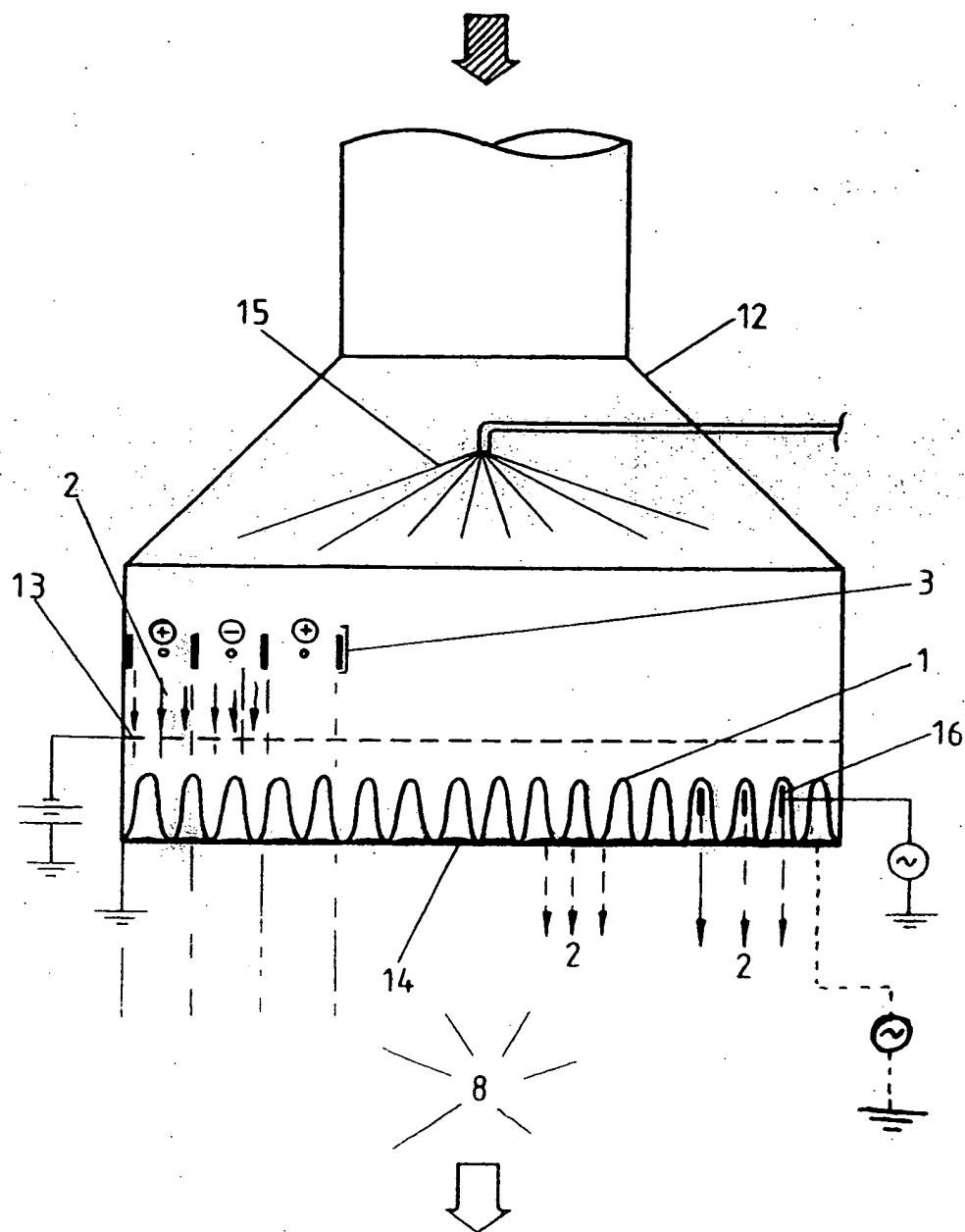




Fig. 3

3611947

